

日本国特許庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 1999年 8月 2日

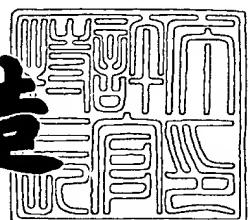
出願番号  
Application Number: 平成11年特許願第218631号

出願人  
Applicant(s): 松下電子工業株式会社

2000年 7月 28日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3059260

【書類名】 特許願  
【整理番号】 2926410047  
【提出日】 平成11年 8月 2日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H01L 21/3065  
【発明者】  
【住所又は居所】 大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業株式会社内  
【氏名】 今井 伸一  
【特許出願人】  
【識別番号】 000005843  
【氏名又は名称】 松下電子工業株式会社  
【代理人】  
【識別番号】 100097445  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 岩橋 文雄  
【選任した代理人】  
【識別番号】 100103355  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 坂口 智康  
【選任した代理人】  
【識別番号】 100109667  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 内藤 浩樹  
【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 011316  
【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1

特平11-218631

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809939

【プルーフの要否】 不要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体装置の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 プラズマ装置において反応室に半導体基板を設置する工程とプロセスガスを導入する工程と前記プロセスガスの滞在時間  $\tau = PxV/Q$  が  $p$ : ガス圧力、  $V$ : 反応室体積、  $Q$ : ガス流量で定義される  $\tau$  を0.1秒より長く1秒以下に制御する工程とプラズマを生成する工程と被エッチング物を除去する工程とを備えたことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項2】 プラズマ装置において反応室に半導体基板を設置する工程とプロセスガスを導入する工程と前記プロセスガスの滞在時間  $\tau = PxV/Q$  が  $p$ : ガス圧力、  $V$ : 反応室体積、  $Q$ : ガス流量で定義される  $\tau$  を0.1秒以下に制御する工程とプラズマを生成する工程と前記半導体基板上に有機膜を堆積させる工程を備えたことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項3】 プラズマ装置において反応室に絶縁膜上にレジストでパターン形成した半導体基板を設置する工程とプロセスガスを導入する工程と前記プロセスガスの滞在時間  $\tau = PxV/Q$  が  $p$ : ガス圧力、  $V$ : 反応室体積、  $Q$ : ガス流量で定義される  $\tau$  を0.1秒より長く1秒以下に制御する工程とプラズマを生成する工程と被エッチング物を除去する工程と前記プラズマを停止する工程と酸素プラズマを生成する工程と一定時間の後に前記酸素プラズマを停止する工程とプロセスガスを導入する工程とプロセスガスの滞在時間を0.1秒以下に制御する工程とプラズマを生成し、前記半導体基板上に有機膜を堆積させる工程を備えたことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項4】 プロセスガスは  $C_4F_8$ ,  $C_4F_6$ ,  $C_3F_6$ ,  $C_5F_8$ ,  $C_6F_6$  を用いたことを特徴とする請求項1、2、3の半導体装置の製造方法。

【請求項5】 滞在時間はガス圧力と反応室体積の積をガス流量で除算したものであることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項6】 プロセスガスの滞在時間の制御は不活性ガスや窒素や一酸化炭素や二酸化炭素を用いることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体装置の製造方法で、プラズマ装置を用いた絶縁膜のパターン形成方法と有機膜の堆積方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

近年、半導体デバイスの微細化は加速的に進歩しており、いよいよ $0.1\mu\text{m}$ レベルの加工を必要としてきている。しかしながら、その製造方法は基本的には従来と変わることなく半導体基板上に薄膜を堆積し、その上に有機レジストを用いて光リソグラフィーによるパターン形成を行い、この薄膜をエッチング加工するというものである。ただし、微細化と共に光リソグラフィーの光源はi線,KrF,ArFエキシマレーザーと変化し、それに合わせて有機レジスト膜も開発されている。 $0.1\mu\text{m}$ レベルではArFエキシマレーザーの導入が検討されており、その有機レジスト膜はエッチング耐性に乏しいことが指摘されている。そこで、対レジスト膜の選択性を確保するため、さまざまな技術が提案されている。例えば反応室内の部品にシリコンを用いてシリコンがフッ素をスカベンジする効果を利用してフッ素の濃度を低くして対レジスト選択比を向上させたものがある。

【0003】

そこで、従来の半導体装置の製造方法について図を用いながら説明する。

【0004】

図9は誘導結合型プラズマを用いたドライエッチング装置の概略図を示している。ガスボンベ9から $\text{C}_2\text{F}_6, \text{O}_2$ ガスを流量制御装置8を介して反応室1に導入する。ガスは圧力制御バルブ6により反応室1内の圧力を1mTorrから10mTorrの範囲のいずれかの値で一定に制御しながら排気ポンプ7で排気する。その後に反応室1の側壁に配置された誘導コイル4に高周波電源を印加してプラズマを生成する。その後に下部電極に高周波電源を印加することにより、プラズマからイオンを引き込みエッチングを行う。反応室内のシリコン電極やシリコンリングはフッ素と結合して $\text{SiFx}$ ( $x=3,4$ )を生成することによってフッ素の濃度を調整する働きがある。フッ素の濃度がレジストのエッチング速度に影響を与えることは一般に

良く知られている。

## 【0005】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら上記従来の半導体装置の製造装置では、シリコンの表面状態によって対レジスト選択比が不安定になるという欠点があった。上記課題について鑑み、本発明の目的は炭素に対するフッ素の比率が2以下のガスでその滞在時間を利用して対レジスト選択比を向上させた半導体装置の製造方法を提供するものである。

## 【0006】

## 【課題を解決するための手段】

プラズマ装置において反応室に半導体基板を設置する工程と $C_4F_8, C_4F_6, C_3F_6, C_5F_8, C_6F_6$ ガスのうち単一または複数のプロセスガスを導入する工程と前記プロセスガスの滞在時間  $\tau = PxV/Q$  が  $p$ : ガス圧力、  $V$ : 反応室体積、  $Q$ : ガス流量で定義される  $\tau$  を0.1秒より長く1秒以下に制御する工程とプラズマを生成する工程と被エッチング物を除去する工程とを備えたことを特徴とする半導体装置の製造方法である。

## 【0007】

さらに、プラズマ装置において反応室に半導体基板を設置する工程と $C_4F_8, C_4F_6, C_3F_6, C_5F_8, C_6F_6$ ガスのうち単一または複数のプロセスガスを導入する工程と前記プロセスガスの滞在時間  $\tau = PxV/Q$  が  $p$ : ガス圧力、  $V$ : 反応室体積、  $Q$ : ガス流量で定義される  $\tau$  を0.1秒以下に制御する工程とプラズマを生成する工程と前記半導体基板上有機膜を堆積させる工程を備えたことを特徴とする半導体装置の製造方法である。

## 【0008】

さらに、プラズマ装置において反応室に絶縁膜上にレジストでパターン形成した半導体基板を設置する工程とプロセスガスを導入する工程と前記プロセスガスの滞在時間  $\tau = PxV/Q$  が  $p$ : ガス圧力、  $V$ : 反応室体積、  $Q$ : ガス流量で定義される  $\tau$  を0.1秒より長く1秒以下に制御する工程とプラズマを生成する工程と被エッチング物を除去する工程と前記プラズマを停止する工程と酸素プラズマを生成する工

程と一定時間の後に前記酸素プラズマを停止する工程とプロセスガスを導入する工程とプロセスガスの滞在時間を0.1秒以下に制御する工程とプラズマを生成し、前記半導体基板上有機膜を堆積させる工程を備えたことを特徴とする半導体装置の製造方法である。

## 【0009】

ここで、滞在時間はガス圧力と反応室体積の積をガス流量で除算したものであることを特徴とする半導体装置の製造方法である。

## 【0010】

また、プロセスガスの滞在時間の制御は $C_4F_8$ ,  $C_4F_6$ ,  $C_3F_6$ ,  $C_5F_8$ ,  $C_6F_6$ ガスのうち单一または複数のガスに加えて不活性ガスや窒素や一酸化炭素や二酸化炭素を備えたことを特徴とする半導体装置の製造方法である。

## 【0011】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明の半導体装置の製造方法における第1の実施例について、図面を参照しながら説明する。

## 【0012】

図1は、本発明の半導体装置製造方法に用いた製造装置を示している。反応室に導入されたガスは高周波電源から出力される高周波電界によって解離し、プラズマが生成される。反応室で酸化膜などのエッティングプロセスが行われ、反応ガス、未解離の導入ガスおよびプラズマ中の化学反応でできたPFCガスが排気ポンプで排気される。排気ポンプの先には除害装置が接続されており、この除害装置で排気ガスに含まれるPFCガスが分解される。

## 【0013】

図2は、本発明の第1の実施例の半導体装置の製造方法の工程手順を示している。

## 【0014】

図1で示した半導体装置の製造装置の反応室内に半導体基板を導入し、反応室の電極上に前記基板を設置する。プロセスガスを流量制御装置を介して反応室内に導入し、圧力を5から30mTorrの範囲で好ましくは10mTorrに制御しガス流量

で0.1秒より長く1秒以下で好ましくは0.2秒程度に制御する。その後でプラズマを生成し、半導体基板を設置した電極に高周波電力を印加してエッティングを実施する。

## 【0015】

図3は、BPSG(Boro-phospho-silicate glass)およびレジストのエッティング速度の滞在時間を示している。 $C_4F_8$ ,  $C_5F_8$ ガスでは滞在時間が短くなるとBPSG膜およびレジスト膜のエッティング速度は低下する。これは各膜表面にポリマー膜が堆積し、エッティングを抑制する方向に作用するためであると考えられる。一方、 $C_2F_6$ ガスでは滞在時間を短くするとレジスト膜およびBPSG膜のエッティング速度ともに大きくなる傾向にある。

## 【0016】

図4は、レジスト膜のエッティング速度に対するBPSG膜のエッティング速度の比である。 $C_4F_8$ および $C_5F_8$ では滞在時間を短くすると選択比は大きくなる傾向にある。ただし $C_4F_8$ では0.2秒以下で逆に選択比は低下する。これはレジスト膜のエッティング速度低下よりもBPSG膜のエッティング速度低下の方が大きくなつたためである。一方、 $C_2F_6$ ではほとんど滞在時間に依存しないことがわかる。したがって $C_4F_8$ ,  $C_5F_8$ などのフッ素に対する炭素の比率が2以上のガスで、対レジスト選択比を大きくしてエッティングする場合は0.1秒より長く、好ましくは0.2秒程度で、ポリマー膜を低誘電率膜として積極的に堆積させる場合は0.1秒以下にする必要がある。

## 【0017】

図5は、 $C_5F_8$ ガスを用いた誘導結合型プラズマにおける $F^-$ ,  $CF_3^-$ ,  $C_2F_5^-$ ,  $C_5F_7^-$ ,  $C_7F_{11}^-$ ,  $C_8F_{11}^-$ イオンの量の滞在時間依存性を示している。この測定は電子付着質量分析法を用いて行われたものである。したがって $F^-$ イオンは全ての $CxHy$ 分子からの解離性電子付着過程によって生成されたものである。同様に $CF_3^-$ は $CF_4$ ,  $C_2F_5^-$ は $C_2F_6$ から生成されている。 $C_5F_7^-$ ,  $C_7F_{11}^-$ ,  $C_8F_{11}^-$ については同様の解離性電子付着過程によるものと非解離性電子付着過程による両方の過程で生成されたものである。図から滞在時間を短くすると $F^-$ ,  $CF_3^-$ ,  $C_2F_5^-$ といった低次イオンは減少傾向にあり、 $C_5F_7^-$ ,  $C_7F_{11}^-$ ,  $C_8F_{11}^-$ といった高次イオンは増加傾向にあること

がわかる。すなわち前述の図3および図4で示したエッティング特性は滞在時間を短くすることで低次分子が減少し、高次分子が増加することによってレジスト選択比が大きくなつたと考えられる。

## 【0018】

図6(a)から(c)は滞在時間をパラメーターとしてF<sup>-</sup>イオンの電子エネルギー分布を測定した結果を示している。この分布は各分子からの解離性のフラグメントを観察することができ、断面積が既知のものに関してはその分子を測定することが可能である。図6(a)から(c)を比較するとC<sub>2</sub>F<sub>6</sub>およびC<sub>3</sub>F<sub>8</sub>量が滞在時間を長くすることで増加していることがわかる。これは前述の図5の結果と整合性のある結果である。さらにこの結果から滞在時間を短くすることで環境に負荷のかかるC<sub>2</sub>F<sub>6</sub>,C<sub>3</sub>F<sub>8</sub>などの規制対象PFCを低減することが可能である。

## 【0019】

図7は本発明の第2の実施例の半導体装置の製造方法の工程手順を示すものである。図1で示した半導体装置の製造装置の反応室内に半導体基板を導入し、反応室内の電極上に前記基板を設置する。プロセスガスを流量制御装置を介して反応室内に導入し、圧力を5から30mTorrの範囲で好ましくは10mTorrに制御しガス流量で0.19秒以下に制御する。その後でプラズマを生成し、半導体基板を設置した電極に高周波電力を印加して前記半導体基板上有機膜堆積を実施する。

## 【0020】

図8は本発明の第3の実施例の半導体装置の製造方法の工程手順を示すものである。図1で示した半導体装置の製造装置の反応室内にレジスト膜を用いてホールパターン形成した半導体基板を導入し、反応室内の電極上に前記基板を設置する。プロセスガスを流量制御装置を介して反応室内に導入し、圧力を5から30mTorrの範囲で好ましくは10mTorrに制御しガス流量で0.1秒より長く1秒以下で好ましくは0.2秒程度に制御する。その後でプラズマを生成し、半導体基板を設置した電極に高周波電力を印加してエッティングを実施する。エッティング終了後、パターン形成用のレジスト膜を酸素プラズマで同一反応室で除去する。

## 【0021】

その後、半導体基板を電極に設置したまま、圧力を5から30mTorrの範囲で好ま

しくは10mTorrに制御しガス流量で0.19秒以下に制御する。その後でプラズマを生成し、半導体基板を設置した電極に高周波電力を印加して前記半導体基板上に形成したホールとそれ以外の部分に有機膜堆積を実施する。ホール内部を有機膜で埋め込むことでデュアルダマシン構造の配線形成時のホールエッティング後の溝エッティングでホール底部の膜をエッティングされないように保護することが可能である。

#### 【0022】

ここではホールエッティングを先にしてその後で溝エッティングする工程手順について述べたが、逆の場合でもその効果について同様であることは言うまでもない。また、半導体装置は誘導結合型プラズマについて述べたが、ECRプラズマや表面波励起型プラズマについても同様であることは言うまでもない。

#### 【0023】

ここで、特許請求の範囲に示された発明は上記実施例で説明した態様に限られるものではない。

#### 【0024】

##### 【発明の効果】

以上のように、ガス滞在時間を適当な値に制御することによって、プラズマ中の低次および高次分子の量を変化させることができ、対レジスト選択比を制御することができる。さらに、滞在時間を制御すれば環境に負荷の大きい $CF_4$ ,  $C_2F_6$ ,  $C_3F_8$ などの規制PFC量を制御できる。さらに滞在時間でエッティングと有機膜堆積を切り替えることができ、同時にすることによってデュアルダマシン構造の加工に有効である。

##### 【図面の簡単な説明】

###### 【図1】

本発明の半導体装置製造方法に用いた製造装置の概略図

###### 【図2】

本発明の第1の実施例の半導体装置の製造方法の工程手順を示す図

###### 【図3】

エッティング速度の滞在時間依存性を示す図

【図4】

対レジスト選択比の滞在時間依存性を示す図

【図5】

各種イオンの滞在時間依存性を示す図

【図6】

F<sup>-</sup>イオン強度の滞在時間依存性を示す図

【図7】

本発明の第2の実施例の半導体装置の製造方法の工程手順を示す図

【図8】

本発明の第3の実施例の半導体装置の製造方法の工程手順を示す図

【図9】

従来の半導体装置の製造装置の概略図

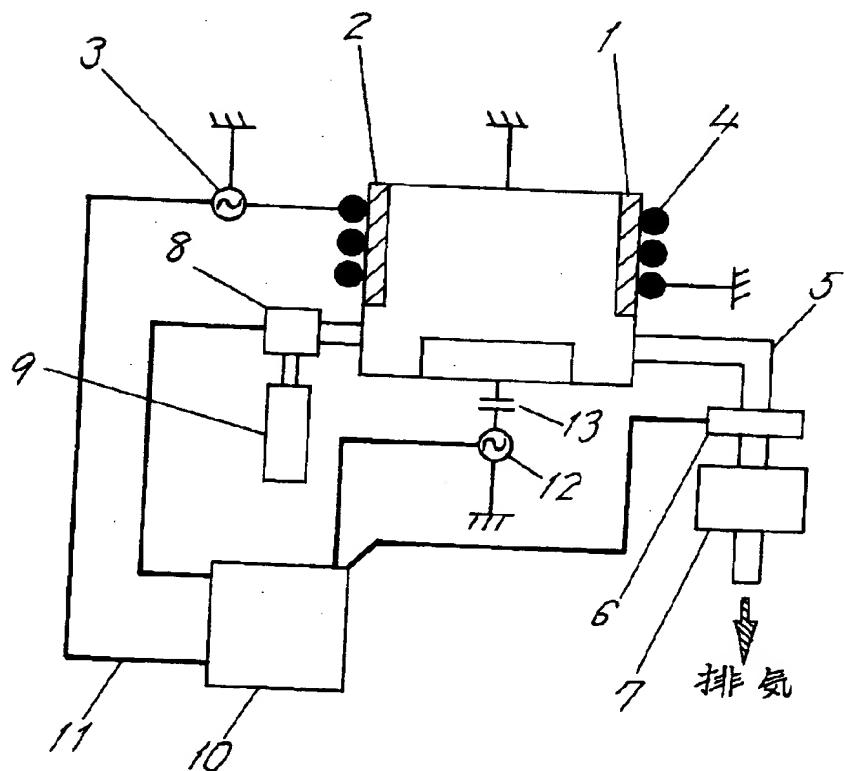
【符号の説明】

- 1 反応室
- 2 石英
- 3 高周波電源
- 4 誘導コイル
- 5 配管
- 6 圧力制御バルブ
- 7 排気ポンプ
- 8 流量制御装置
- 9 ガスボンベ
- 10 演算装置
- 11 電気回路
- 12 高周波電源
- 13 マッチャー

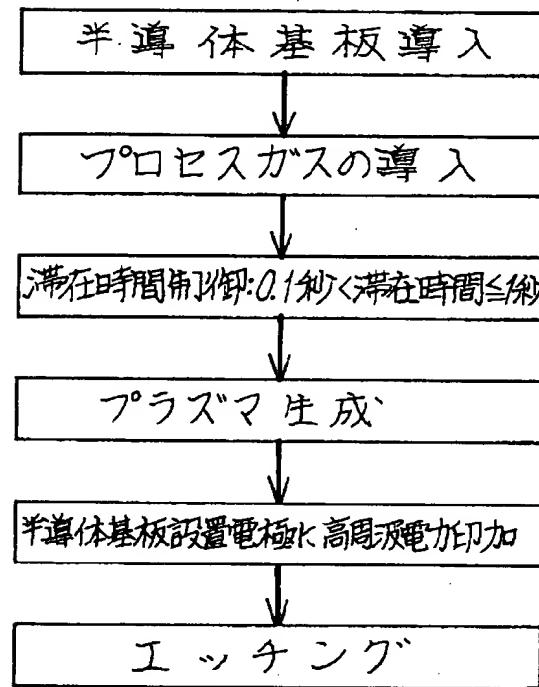
【書類名】 図面

【図1】

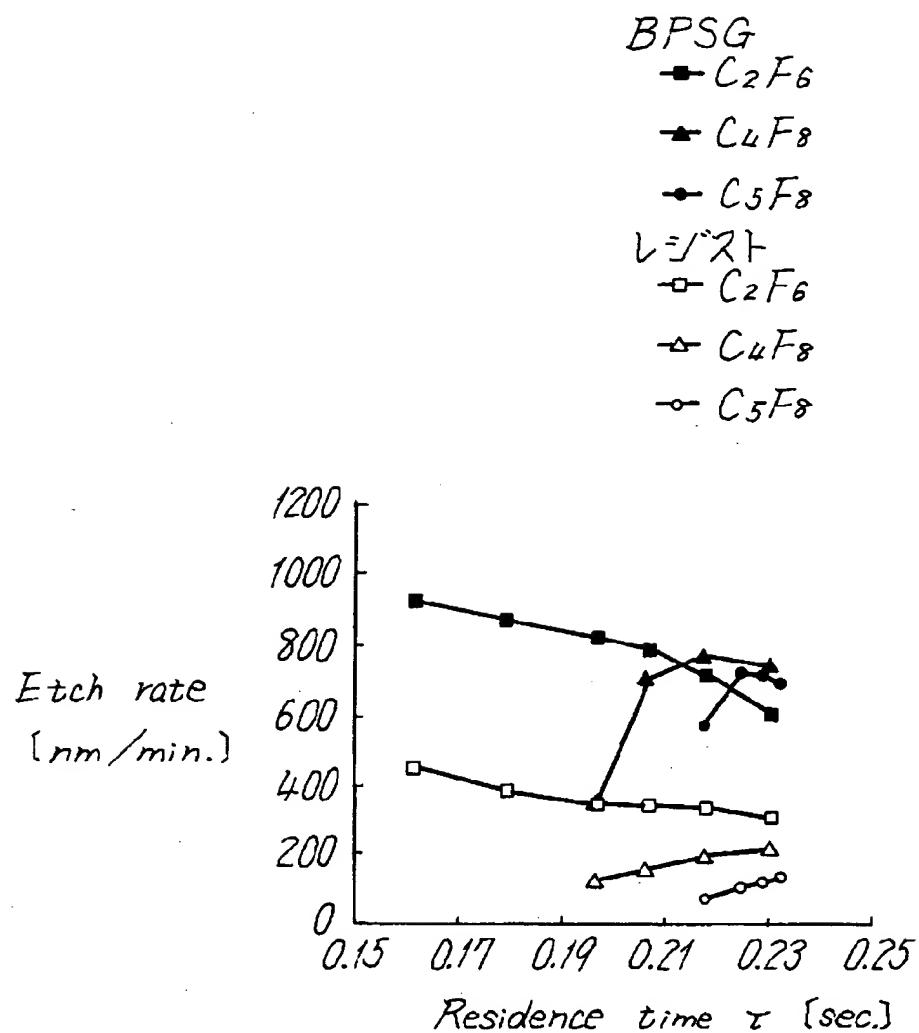
1 反応室	8 流量制御装置
2 石英	9 ガスホンヘ
3 高周波電源	10 演算装置
4 誘導コイル	11 電気回路
5 配管	12 高周波電源
6 圧力制御バルブ	13 マッチャー
7 排気ホンプ	



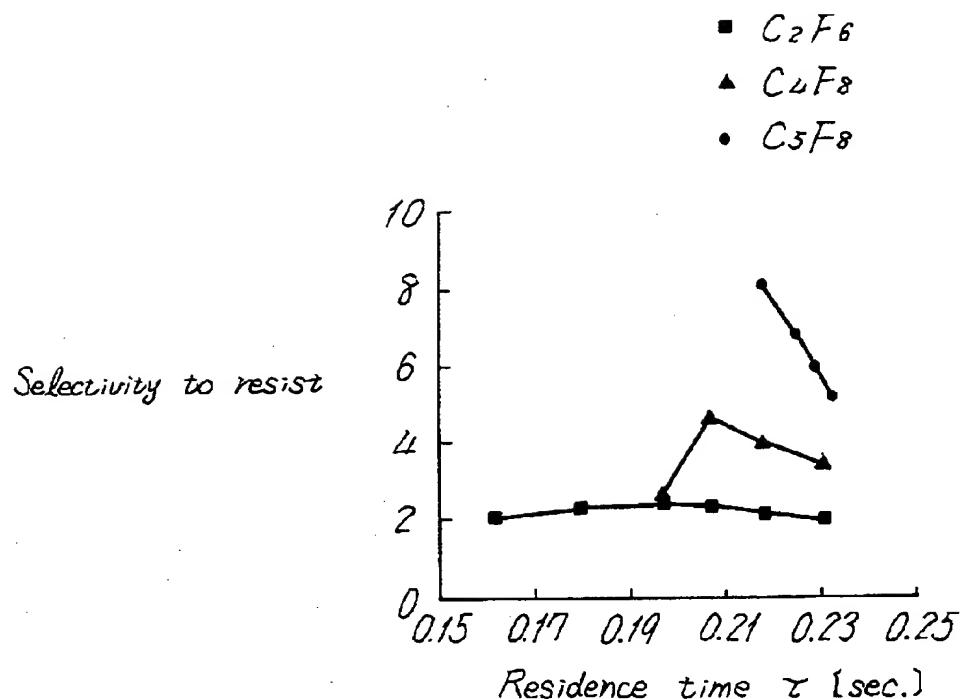
【図2】



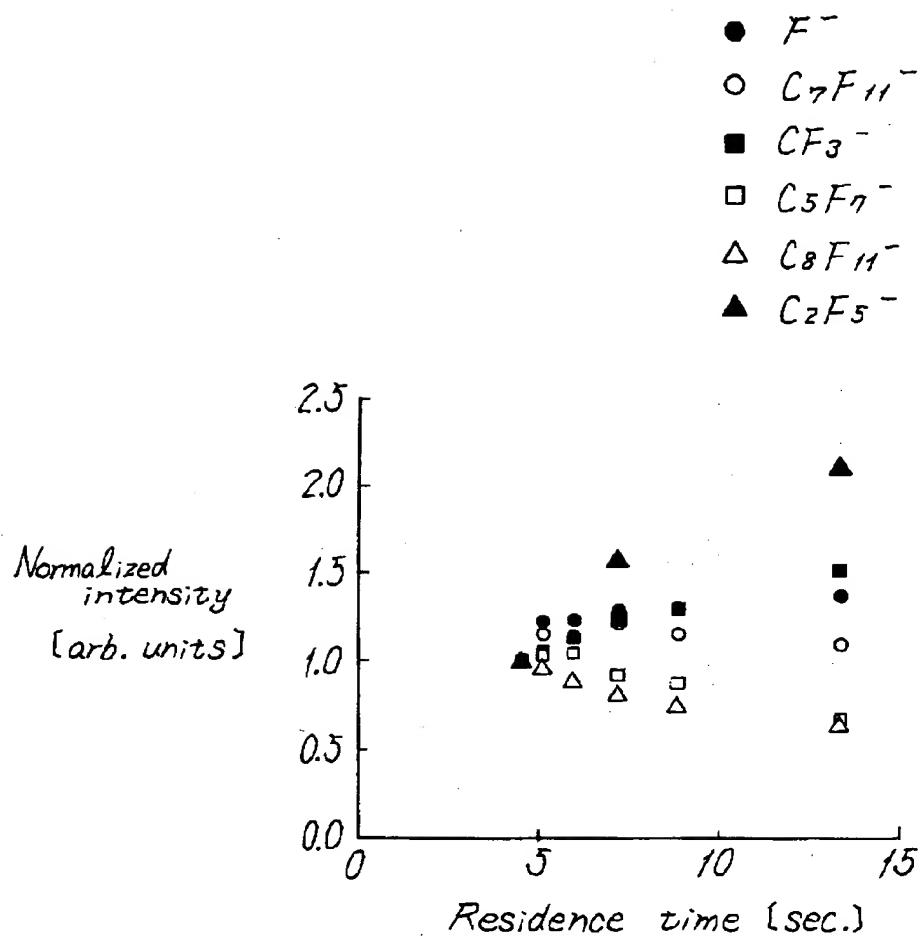
【図3】



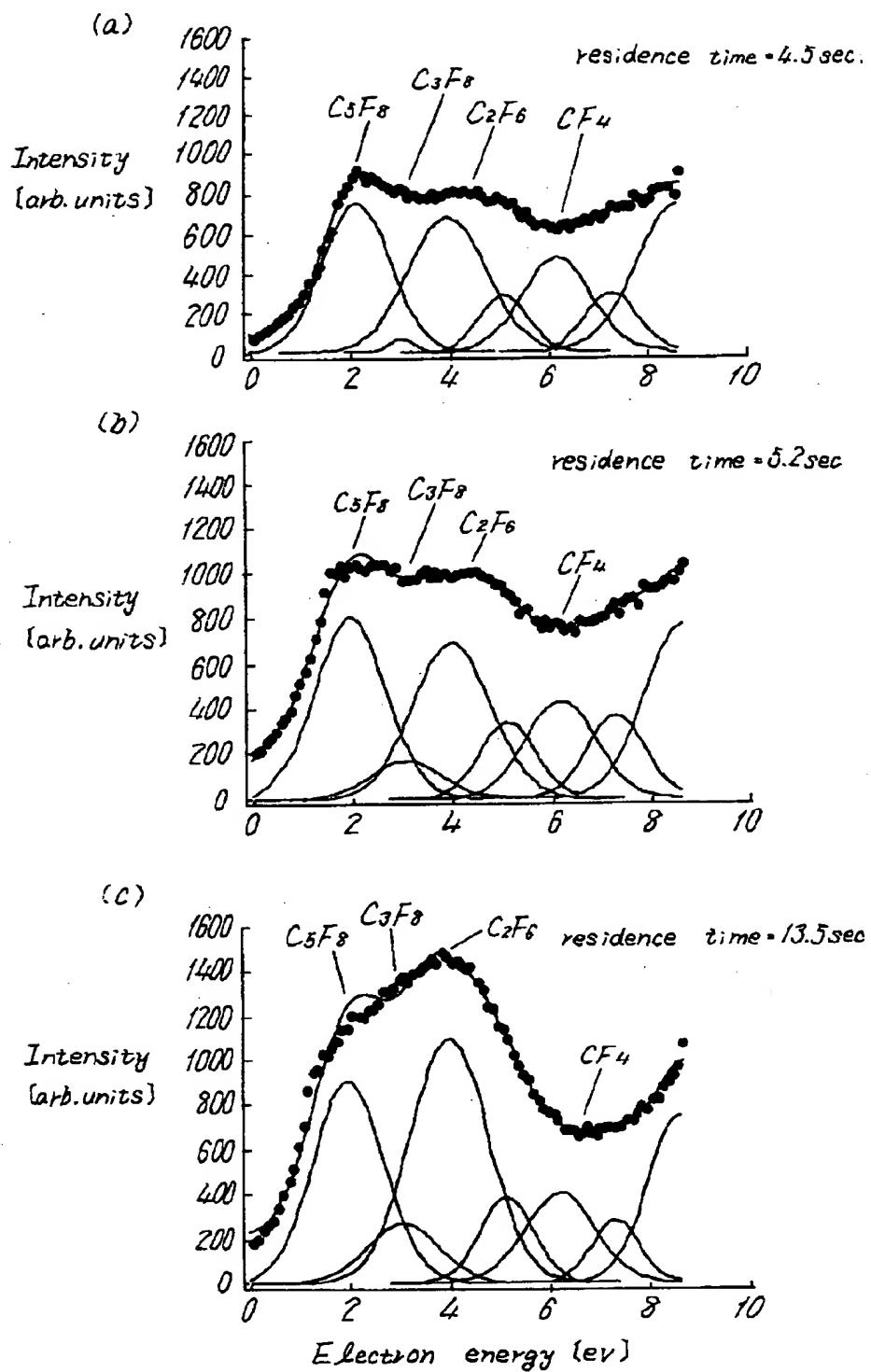
【図4】



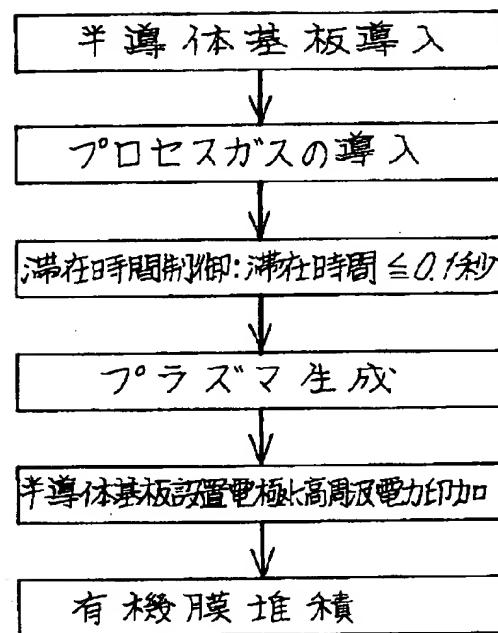
【図5】



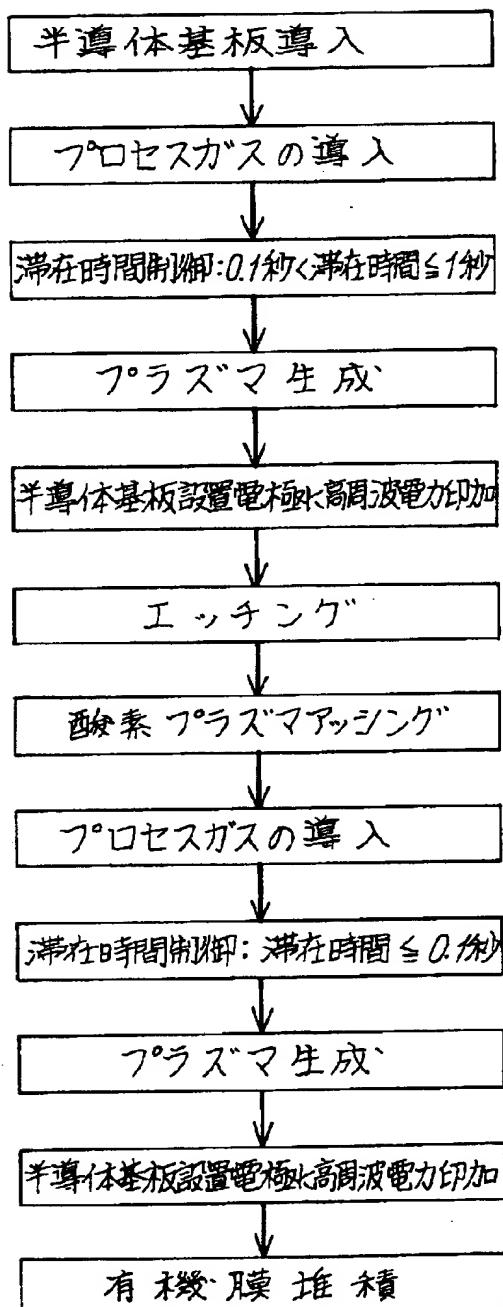
【図6】



【図7】

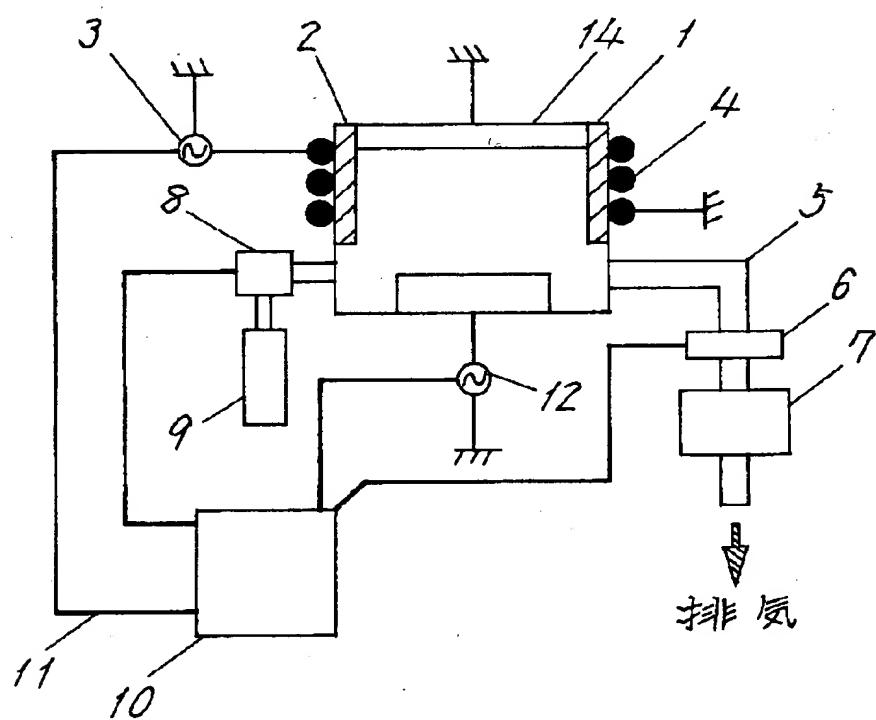


【図8】



【図9】

1 反応室	8 流量制御装置
2 石英	9 ガスボンベ
3 高周波電源	10 演算装置
4 誘導コイル	11 電気回路
5 配管	12 高周波電源
6 圧力制御バルブ	14 シリコン
7 排気ポンプ	



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ガス滞在時間を制御した半導体装置の製造方法を提供するものである。

【解決手段】 プラズマ装置において反応室に半導体基板を設置する工程とプロセスガスを導入する工程と前記プロセスガスの滞在時間  $\tau = P \times V / Q$  が  $P$ : ガス圧力、  $V$ : 反応室体積、  $Q$ : ガス流量で定義される  $\tau$  を0.1秒より長く1秒以下に制御する工程とプラズマを生成する工程と被エッチング物を除去する工程とを備えたことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【選択図】 図5

出願人履歴情報

識別番号 [00005843]

1. 変更年月日 1993年 9月 1日  
[変更理由] 住所変更  
住 所 大阪府高槻市幸町1番1号  
氏 名 松下電子工業株式会社